

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-135034

(43)Date of publication of application : 10.05.2002

(51)Int.Cl. H01Q 3/26
H01Q 21/06
H04B 7/08
H04B 7/10

(21)Application number : 2000-328846

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 27.10.2000

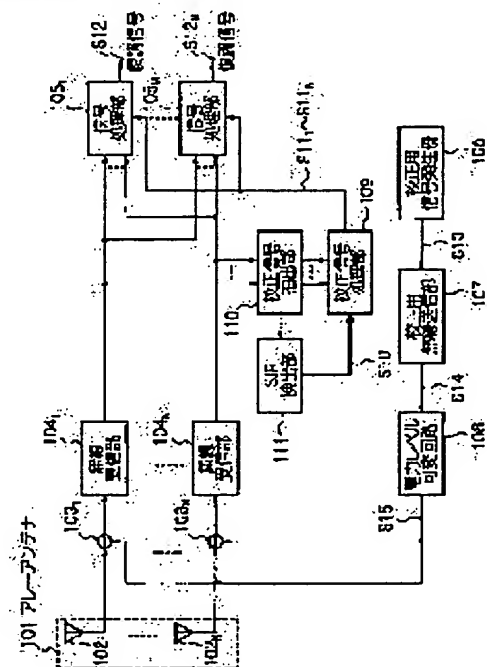
(72)Inventor : AZUMA TOMOHIRO

(54) ARRAY ANTENNA CALIBRATION METHOD AND RECEIVER THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an array antenna receiver which has a high calibration precision and can carry out calibration normally even if a failure exists in a specific wireless reception unit.

SOLUTION: Multiplexed calibration signals of prescribed symbol patterns from multiplexing circuits 103 are inputted to wireless reception units 104, the calibration signals transmitted through the wireless reception units 104 are extracted by a calibration signal extraction unit 110, the wireless reception unit with the most satisfactory reception quality is obtained by an SIR detection unit 111 according to the calibration signals, the obtained wireless reception unit is selected as a reference branch, and reception directivity patterns are corrected by phase differences and amplitude ratios between the calibration signals transmitted through another wireless reception unit and the calibration signal transmitted through the reference branch.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3360731

[Date of registration] 18.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-135034
(P2002-135034A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	タームコード* (参考)
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	Z 5 J 0 2 1
21/06		21/06	5 K 0 5 9
H 0 4 B 7/08		H 0 4 B 7/08	D
7/10		7/10	A

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-328846 (P2000-328846)
(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000.10.27)

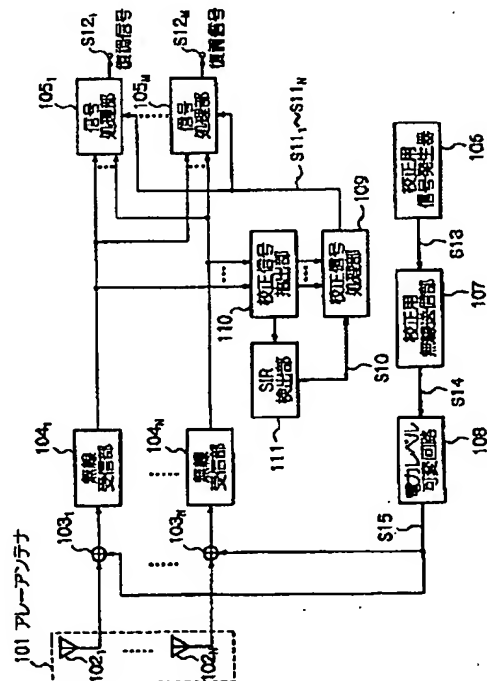
(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 東 友洋
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(74) 代理人 100088328
弁理士 金田 暢之 (外2名)
Fターム(参考) 5J021 AA05 AA06 CA06 DB02 DB03
EA04 FA00 FA17 FA23 FA25
GA01 JA00
5K059 CC04 DD35 DD41

(54) 【発明の名称】 アレーアンテナ校正方法およびアレーアンテナ受信装置

(57) 【要約】

【課題】 校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができるアレーアンテナ受信装置を提供する。

【解決手段】 多重回路103から所定のシンボルパターンの校正信号を無線受信部104の入力に多重し、無線受信部104を通過した校正信号を校正信号抽出部110で抽出し、SIR検出部111で、その校正信号から受信品質が最も良好な無線受信部を求め、その無線受信部を基準ブランチとして選択し、他の無線受信部を通過した校正信号の基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比によって受信指向性パターンを補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子に対応して設けられた無線受信部を有するアレーアンテナ受信装置におけるアレーアンテナ校正方法であって、

所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給するステップと、

前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出するステップと、

前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択するステップと、

他の前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するステップを有するアレーアンテナ校正方法。

【請求項2】 入力信号に多重することで前記校正信号を前記無線受信部に供給する、請求項1記載のアレーアンテナ校正方法。

【請求項3】 前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める、請求項1または2記載のアレーアンテナ校正方法。

【請求項4】 前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める、請求項1または2記載のアレーアンテナ校正方法。

【請求項5】 受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子に対応して設けられた無線受信部を有するアレーアンテナ受信装置において、

所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する校正信号供給部と、

前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出する校正信号抽出部と、

前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択する受信品質検出部と、

前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するための補正情報を生成する校正信号処理部を有することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

【請求項6】 前記校正信号供給部は前記無線受信部の入力に前記校正信号を多重する、請求項5記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項7】 前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める、

請求項5または6記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項8】 前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める、請求項5または6記載のアレーアンテナ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アレーアンテナ受信装置に関し、特に、適応アレーアンテナを備えた無線基地局の各無線受信部間の位相（遅延）および振幅の変動を補正するアレーアンテナ受信装置の校正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】セルラ移動通信システムなどにおいて、相関の高い複数のアンテナ素子で希望する受信指向性パターンを形成するアレーアンテナ受信装置を用いて、希望信号の到来方向に対する受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対する受信利得を小さくする受信方式が検討されている。本方式によれば、送受信信号を高速／高品質化し、加入者容量を増大させることが可能となる。

【0003】各アンテナ素子に対応する複数の無線受信部を備えたアレーアンテナ受信装置では、一般に各無線受信部における振幅および位相変動はそれぞれ独立して刻々と変動する。したがって、希望する受信指向性パターンを正しく形成するためには、位相および振幅の変動を補償する必要がある。この補償の操作を校正（キャリブレーション）と呼んでいる。

【0004】従来、この種のアレーアンテナ受信装置の校正方法として、特開平11-46180号公報に記載されているように、各アンテナ素子に接続された各無線受信部に既知の校正信号を入力し、各無線受信部の出力から抽出した校正信号を復調した結果を用いて、独立して刻々と変動する各無線受信部の位相（遅延）および振幅の変動を補正するものがある。

【0005】図4は、従来のアレーアンテナ受信装置の一構成例を示すブロック図である。

【0006】従来のアレーアンテナ受信装置はアレーアンテナ401、多重回路403₁～403_N、無線受信部404₁～404_N、信号処理部405₁～405_N、校正用信号発生器406、校正用無線送信部407、電力レベル可変回路408および校正信号処理部409で構成される。本アレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ401がN個のアンテナ素子402₁～402_Nで構成されており、またユーザ数Mの信号を復調可能である。

【0007】アンテナ素子402₁～402_Nは、各々のアンテナ素子の受信信号が互いに相関を有するように近接して配置され、希望信号および複数の干渉信号が多重された信号をそれぞれ受信する。通常のダイバーシチ構成と区別するため、アンテナ素子数Nは3以上とする。

【0008】多重回路403₁~403_Nはアンテナ素子402₁~402_Nに対応して設けられており、電力レベル可変回路408の出力と、それぞれが対応するアンテナ素子402₁~402_Nの出力を入力として無線帯域で多重し、無線受信部404₁~404_Nへ出力する。多重方法に特に制限はなく、代表的なものとして符号分割多重の例を示すが時分割多重や周波数分割多重を用いてもよい。

【0009】無線受信部404₁~404_Nは多重回路403₁~403_Nに対応して設けられており、それぞれがローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/デジタル変換器 (ADC) などのデバイスにより構成されており、それぞれ対応するアンテナ素子401₁~401_Nを介して無線電波を受信し、デジタル信号に変換して出力する。アンテナ素子402_Nに対応する無線受信部404_Nを例にとると、無線受信部404_Nは多重回路403_Nの出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/デジタル変換などを行い、校正信号処理部409および全ての信号処理部405₁~405_Nへ出力する。無線受信部404₁~404_{N-1}は無線受信部404_Nと同様の構成であり、それぞれ対応する多重回路403₁~403_{N-1}の出力を入力としている。

【0010】校正信号処理部409は、無線受信部404₁~404_Nの出力を入力とし、各入力信号に多重された校正信号を抽出して位相/振幅補正情報S41₁~S41_Nを生成し、信号処理部405₁~405_Nへ出力する。このとき、校正信号処理部409は、多重回路403₁~403_Nで用いた多重方法に応じた方法で、入力信号に多重された校正信号を抽出する。

【0011】ここで、校正信号処理部409における位相/振幅補正情報の生成方法について説明する。図5は校正信号を復調したシンボル点を示す図であり、図6は図5のシンボル点を正規化したシンボル点を示す図である。なお、ここでは、シンボル点とはI-Q座標上の点をいう。

【0012】位相/振幅補正情報は、無線受信部404₁~404_Nの中の1つを基準として、この基準に対する他の無線受信部の位相および振幅のずれを補正するための情報である。なお、各無線受信部をブランチと称し、基準となる無線受信部を基準ブランチと称する。

【0013】ここでは、一例として無線受信部404₁が基準ブランチになり、またN=3であると仮定する。無線受信部404₁の出力から抽出された校正信号を復調したシンボル点を図5の基準シンボル点S₁とする。同様に、無線受信部404₂の出力から抽出された校正信号を復調したシンボル点をS₂、無線受信部404₃の出力から抽出された校正信号を復調したシンボル点をS

₃とする。基準シンボル点S₁とシンボル点S₂との位相差 θ_2 および振幅比 $r_2 = B/A$ が無線受信部404₂のブランチに対応する位相/振幅補正情報S41₂であり、基準シンボル点S₁とシンボル点S₃との位相差 θ_3 および振幅比 $r_3 = C/A$ が無線受信部404₃のブランチに対応する位相/振幅補正情報S41₃である。なお、基準ブランチに対する位相/振幅補正情報S41₁は位相差 $\theta_1 = 0$ 、振幅比 $r_1 = 1$ である。

【0014】校正信号処理部409は、図5の各シンボル点S₁、S₂、S₃をシンボル点S₁に対して正規化すると図6のシンボル点S₁'、S₂'、S₃'が得られる。振幅比 r_2 、 r_3 の値は変化しないので、振幅比 $r_2 = B/A = B'$ 、振幅比 $r_3 = C/A = C'$ として得ることができる。

【0015】校正信号処理部409は、上述した生成方法で得た位相/振幅補正情報S41₁~S41_Nを校正周期毎に信号処理部405₁~405_Nへ出力する。

【0016】信号処理部405₁~405_Nは、無線受信部404₁~404_Nの出力にそれぞれ所定の重み付けを行うことで、それぞれが対応するユーザのユーザ信号到来方向に対する受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対する受信利得を小さくする受信指向性パターンをそれぞれ形成し、その受信指向性パターンによって無線受信部404₁~404_Nの出力を合成して希望の復調信号S40₁~S40_Nをそれぞれ得る。また、信号処理部405₁~405_Nは、このとき校正信号処理部409の出力である位相/振幅補正情報S41₁~S41_Nを用いて、無線受信部404₁~404_Nの出力の位相および振幅の補正を行っている。

【0017】校正用信号発生器406は所定パターンの校正信号を基底帯域で生成し、校正用無線送信部407へ出力する。

【0018】校正用無線送信部407は、校正用信号発生器406の出力である基底帯域の校正信号を入力とし、デジタル/アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換などを行い、電力レベル可変回路408へ出力する。

【0019】電力レベル可変回路408は、校正用無線送信部407の出力である無線帯域の校正信号を入力とし、任意の電力レベルで多重回路403₁~403_Nへ出力する。

【0020】N個のアンテナ素子402₁~402_Nによって受信された各信号には、希望信号成分、干渉信号成分および熱雑音が含まれている。また、希望信号成分および干渉信号成分には、それぞれマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分がそれぞれ異なった方向から到来する。

【0021】図4に示した従来のアレーアンテナ受信装置はN個のアンテナ素子402₁~402_Nによって受信された各信号の位相/振幅情報を用いて、到来方向の異

なる各信号成分を識別し、受信指向性パターンを形成する。

【0022】その際、補正をしなければ、無線受信部404₁～404_Nの構成デバイスによって各無線受信部404₁～404_Nの内部にそれぞれ独立した位相／振幅変動が発生した場合、信号処理部405₁～405_Nにはアンテナ素子402₁～402_Nによって受信された各信号に対して余分な位相／振幅変動が加わった信号が入力するので、正確に各信号成分を識別し、理想的な受信指向性パターンを形成することが出来なくなってしまう。

【0023】そこで、アンテナ素子402₁～402_Nによる受信信号と同一周波数帯域の校正信号を受信信号に多重し、校正信号処理部409において無線受信部404₁～404_Nの各出力から抽出した校正信号から位相／振幅変動を検出して位相／振幅補正情報S41₁～S41_Nを生成し、信号処理部405₁～405_Nで受信指向性パターンに補正を加える。

【0024】この校正方法によれば、校正信号をアンテナ素子402₁～402_Nで受信した信号に多重しているので運用中にも校正が可能である。

【0025】上述したような校正方法を用いた従来のアレーアンテナ受信装置は、運用中に無線受信部404₁～404_Nの内部で位相／振幅変動が発生しても、信号処理部405₁～405_Nに与えられる位相／振幅情報を補正することが可能である。したがって、図4に示した従来のアレーアンテナ受信装置は、N個のアンテナ素子402₁～402_Nによって受信された各信号に多重された校正信号の復調結果から生成した位相／振幅補正情報S41₁～S41_Nで常時補正しながら、到来方向の異なる各信号成分を識別し、理想的な受信指向性パターンを形成することが可能である。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来のアレーアンテナ受信装置の問題点を以下に示す。

【0027】図7は、任意の校正信号を復調したシンボル点S_n (I_n, Q_n) (1 ≤ n ≤ N)の様子を示す図であり、図8はシンボル点S_n付近の拡大図である。シンボル点S_nは校正信号のSIR値が無限大の理想の場合のシンボル点であり、その振幅をR_nとする。

【0028】現実には校正信号以外に干渉成分がありSIR値は無限大にならないので、実際に復調されるシンボル点は、所定の範囲の中のいずれかの位置にある。その所定の範囲は、干渉成分が小さくSIR値が大きい場合に半径d₁の円C1内となり、干渉成分が大きくSIR値が小さい場合に半径d₂の円C2内となる。半径はd₁ < d₂である。したがって、SIR値が小さい程、実際に復調されるシンボル点の誤差が大きくなる。

【0029】復調によって得られるシンボル点の範囲が半径d₂の場合、その位相誤差の大きさは図7に示すように最大θである。したがって、復調によって得られる

シンボル点の位相の最大値は $\theta_{n\max} = \theta_n - \theta$ で最小値は $\theta_{n\min} = \theta_n + \theta$ となる。また、振幅誤差は最大d₂である。したがって、復調によって得られるシンボル点の振幅は最大値が $R_{n\max} = R_n + d_2$ で最小値が $R_{n\min} = R_n - d_2$ となる。

【0030】ここで、説明を簡単にするために、シンボル点S₁が常に基準シンボル点である場合について考察する。

【0031】図9は、基準シンボル点S₁の位相誤差が最大(-θ)で振幅誤差がゼロのとき他のシンボル点の相対位置を示す図である。図10は、図9において、基準シンボル点S₁の振幅誤差が最大(-d₂)のとき他のシンボル点の相対的な振幅の大きさを示す図である。図9および図10において、基準シンボル点S₁のSIR値に対するシンボル点S₂, S₃のSIR値は十分に大きいものとする。

【0032】図9を参照すると、基準シンボル点S₁に位相誤差-θがあると、基準シンボル点S₁に対して正規化した各シンボル点S1', S2', S3'に位相オフセットが生じることが分かる。図10を参照すると、基準シンボル点S₁の振幅誤差があると、基準シンボル点S₁に対して正規化した各シンボル点S1'', S2'', S3''の振幅に誤差が生じることが分かる。

【0033】上記のように、基準シンボル点が誤差を含む場合、他の全てのブランチの出力から抽出された校正信号が復調されたシンボル点に対して大きな誤差を与えてしまう。

【0034】従来のアレーアンテナ受信装置では、基準ブランチとして特定の無線受信部を固定的に選択するため、基準ブランチの出力から抽出された校正信号を復調した基準シンボル点のSIR値が小さい場合、他ブランチの出力から抽出された校正信号を復調したシンボル点との位相差および振幅比に誤差を生じてしまい、校正の精度が低下してしまう。

【0035】また、基準ブランチとして固定的に設定された特定の無線受信部が故障等の不具合が生じた場合、アレーアンテナ受信装置の校正の精度が極端に悪化してしまう。

【0036】本発明の目的は、校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができるアレーアンテナ受信装置を提供することである。

【0037】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のアレーアンテナ校正方法は、受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子に対応して設けられた無線受信部を有するアレーアンテナ受信装置におけるアレーアンテナ校正方法であって、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給するステップと、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過し

た前記校正信号を抽出するステップと、前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択するステップと、他の前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するステップを有している。

【0038】したがって、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として、他の無線受信部の位相差および振幅比を求めるので、基準ブランチの誤差を最小に抑えて他の無線受信部を校正することができる。

【0039】また、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として選択するので、基準ブランチに不具合のある無線受信部が選択されることがなくなる。

【0040】本発明の実施態様によれば、入力信号に多重することで前記校正信号を前記無線受信部に供給する。

【0041】したがって、アンテナ素子の受信信号を止めずに校正を行うことができる。

【0042】本発明の実施態様によれば、前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める。

【0043】本発明の実施態様によれば、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める。

【0044】本発明のアレーアンテナ受信装置は、受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子に対応して設けられた無線受信部を有するアレーアンテナ受信装置において、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する校正信号供給部と、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出する校正信号抽出部と、前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択する受信品質検出部と、前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するための補正情報を生成する校正信号処理部を有することを特徴としている。

【0045】本発明の実施態様によれば、前記校正信号供給部は前記無線受信部の入力に前記校正信号を多重する。

【0046】本発明の実施態様によれば、前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める。

【0047】本発明の実施態様によれば、前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤

り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める。

【0048】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0049】図1は本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【0050】本実施形態のアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ101、多重回路103₁～103_N、無線受信部104₁～104_N、信号処理部105₁～105_N、校正用信号発生器106、校正用無線送信部107、電力レベル可変回路108、校正信号処理部109、校正信号抽出部110およびSIR検出部111で構成されている。本アレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ101がN個のアンテナ素子102₁～102_Nで構成されており、またユーザ数Mの信号を復調可能である。

【0051】アンテナ素子102₁～102_Nは互いに受信信号の相関性が高くなるように近接して配置されている。

【0052】多重回路103₁～103_Nは、それぞれが対応するアンテナ素子102₁～102_Nに接続されており、電力レベル可変回路108から出力される校正信号と、それぞれが対応するアンテナ素子102₁～102_Nの出力とを無線帯域で多重して無線受信部104₁～104_Nへそれぞれ出力する。多重方法に特に制限はなく、代表的なものとして符号分割多重の例を示すが時分割多重や周波数分割多重を用いてもよい。

【0053】無線受信部104₁～104_Nは、それぞれがローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、総受信電力検出部、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/ディジタル変換器などから構成されており、それぞれに対応する多重回路103₁～103_Nに接続されている。そして、それぞれ対応するアンテナ素子102₁～102_Nを介して無線電波を受信し、ディジタル信号に変換して出力する。アンテナ素子102_Nに対応する無線受信部104_Nを例にとると、無線受信部104_Nは多重回路103_Nの出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/ディジタル変換などを行い、校正信号抽出部110および信号処理部105₁～105_Nへ出力する。無線受信部104₁～104_{N-1}は無線受信部104_Nと同様の構成であり、それぞれ対応する多重回路103₁～103_{N-1}の出力を入力としている。

【0054】校正信号抽出部110は、全ての無線受信部104₁～104_Nの出力を入力とし、各無線受信部104₁～104_Nの出力に多重された校正信号を抽出し、どのアンテナ無線受信部から出力された校正信号であるかを識別するためのブランチ情報と共にSIR検出部1

11および校正信号処理部109へ出力する。校正信号を符号分割多重する例では、構成信号抽出部110は校正信号を抽出するために逆拡散を行う。

【0055】SIR検出部111は、校正信号抽出部110から入力されたブランチ情報および校正信号が復調された各シンボル点より、各ブランチのSIR (Signal to Interference Ratio: 信号電力対干渉電力比) 値を推定する。ここで、全ブランチのSIR推定値の中で最もSIR値が大きいブランチを選択し、そのブランチを基準ブランチ選択信号S10によって校正信号処理部109に出力する。すなわち、SIR推定値に基づいて受信品質が最も良好なブランチ（無線受信部）が選択される。

【0056】校正用信号処理部109は、校正信号抽出部110の出力とSIR検出部111からの基準ブランチ選択信号S10を入力とし、SIR検出部111が判定した基準ブランチの出力から抽出された校正信号が復調されたシンボル点を基準シンボル点として、全ブランチの出力から抽出された校正信号が復調された各シンボル点の位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nを求め、信号処理部105₁～105_Nへ出力する。

【0057】信号処理部105₁～105_Nは全ての無線受信部104₁～104_Nの出力と校正用信号処理部109の出力である位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nとを入力とし、位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nを用いて補正しながら、各ユーザ毎にユーザ信号到来方向に対しては受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対しては受信利得を小さくする受信指向性パターン（以下、最適受信指向性パターンと称す）を形成し、その受信指向性パターンによって無線受信部104₁～104_Nの出力を合成して希望の復調信号を得る。

【0058】校正用信号発生器106は、基底帯域で校正信号S13を生成し、校正用無線送信部107へ出力する。校正用信号発生器106は、変更可能に設定された値により、任意のシンボルパターンを校正信号S13として発生させることができる。

【0059】校正用無線送信部107は、校正用信号発生器106の出力である基底帯域の校正信号S14を入力とし、デジタル／アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換などを行い、無線帯域の校正信号S14として電力レベル可変回路108へ出力する。

【0060】電力レベル可変回路108は、校正用無線送信部107の出力であるアンテナ素子102₁～102_Nによる受信信号と同一周波数帯域の校正信号S14を入力とし、任意の電力レベルにレベル変換して校正信号S15として多重回路103₁～103_Nへ出力する。

【0061】したがって、校正信号発生部106、校正信号無線送出部107、電力レベル可変回路108および多重回路103₁～103_Nによって無線受信回路10

4₁～104_Nに校正信号を供給している。

【0062】本実施形態の動作について説明する。

【0063】アンテナ素子102₁～102_Nは希望信号と複数の干渉信号とが多重された信号をそれぞれ受信しているが、アンテナ素子数が多くなると距離の離れた（隣り合っていない）位置にあるアンテナ素子間の相関が低くなり、各アンテナ素子102₁～102_Nで受信される多重信号の電力は大きなばらつきを持つことになる。すなわち、アレーアンテナ受信装置の各アンテナ素子102₁～102_Nには異なる電力が入力されている。

【0064】校正用信号発生器106で生成された基底帯域の校正信号S13は、校正用無線送信部107により周波数変換および増幅されて校正信号S14となり、さらに電力レベル可変回路108により任意の電力レベルの既知の校正信号S15として全ての多重回路103₁～103_Nに出力される。多重回路103₁～103_Nは、電力レベル可変回路108から出力される校正信号S15を各アンテナ素子102₁～102_Nの出力へ多重して無線受信部104₁～104_Nへそれぞれ出力する。多重回路103₁～103_Nの出力は、校正信号S15、希望（ユーザ）信号、干渉（他ユーザ）信号および熱雑音が多重的な信号である。

【0065】校正信号および熱雑音の電力レベルは各多重回路103₁～103_Nで同一と考えることができる。したがって、各無線受信部104₁～104_N間の受信電力の差はそのまま各アンテナ素子102₁～102_Nから入力される（希望信号＋干渉信号）の電力差である。校正信号に着目すれば、他の信号は校正信号に対する干渉波となるので、この電力差を校正信号に対する干渉波の電力差とみなすことができる。

【0066】無線受信部104₁～104_Nは、それぞれに対応する多重回路103₁～103_Nの出力に対して増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ／デジタル変換などを行い、校正信号抽出部110および全ての信号処理部105₁～105_Nへ出力する。校正信号抽出部110は、全ての無線受信部104₁～104_N出力から校正信号を抽出し、ブランチ情報とともにSIR検出部111および校正信号処理部109へ出力する。

【0067】SIR検出部111は、全ての無線受信部104₁～104_Nの出力から抽出された校正信号が復調された各シンボル点S₁～S_NよりSIR値を推定し、各ブランチのSIR推定値を求める。そして、各ブランチのSIR推定値を比較して、SIR値が最も大きいブランチを基準ブランチ選択信号S10によって校正信号処理部109に出力する。

【0068】図3はブランチ数が3の場合の各ブランチのSIR推定値と基準ブランチの変化の様子を示す図である。各ブランチから出力されるシンボル点のSIR推定値はタイムスロットが変わる毎に算出され、各タイム

スロットではSIR値が最大のブランチが基準ブランチとして選択される。図3の例では、タイムスロットTS1～TS3ではブランチB1（無線受信部104₁）、タイムスロットTS4ではブランチB2（無線受信部104₂）、スロットTS5ではブランチB3（無線受信部104₃）が基準ブランチとして選択されている。

【0069】基準ブランチ選択信号S10は校正信号処理部109に出力される。校正信号処理部109は、基準ブランチとして選択された無線受信部の出力から抽出された校正信号が復調されたシンボル点を基準シンボル点として位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nを生成する。これにより、全てのブランチから出力されたシンボル点に対する位相オフセットが最小となり、基準シンボル点と他シンボル点との振幅比の誤差が最小となる。そして、校正信号処理部109は位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nを全ての信号処理部105₁～105_Nへ出力する。

【0070】信号処理部105₁～105_Nは、位相／振幅補正情報S11₁～S11_Nを用いて補正しながら最適受信指向性パターンを形成し、その受信指向性パターンによって無線受信部104₁～104_Nの出力を合成して希望の復調信号S12₁～S12_Mをそれぞれ得る。

【0071】したがって、本実施形態によれば、タイムスロット毎に最もSIR推定値の大きい無線受信部を基準ブランチとして選択して、基準シンボル点と他シンボル点との位相差および振幅比を計算するので、常に誤差を最小に抑え、精度の高い校正を行うことができる。また、SIR推定値が小さい無線受信部を基準ブランチとして選択しないので、故障した無線受信部を基準ブランチとして選択してしまうことがなく、基準ブランチの故障に対する冗長構成を提供することができ、装置の信頼性が向上する。

【0072】次に、本発明の他の実施形態について説明する。

【0073】図2は、本発明の他の実施形態のアレーアンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。図1のアレーアンテナ受信装置はSIR値により受信品質が最も良好な無線受信部を選択するものであったが、図2のアレーアンテナ受信装置はビット誤り率によって受信品質が最も良好な無線受信部を選択するものである。

【0074】図2のアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ201、多重回路203₁～203_N、無線受信部204₁～204_N、信号処理部205₁～205_N、校正用信号発生器206、校正用無線送信部207、電力レベル可変回路208、校正信号処理部209、校正信号抽出部210および誤り率検出部211で構成されている。

【0075】図2におけるアレーアンテナ201、多重回路203₁～203_N、無線受信部204₁～204_N、信号処理部205₁～205_N、校正用無線送信部20

7、電力レベル可変回路208、校正信号処理部209および校正信号抽出部210は、図1のアレーアンテナ101、多重回路103₁～103_N、無線受信部104₁～104_N、信号処理部105₁～105_N、校正用無線送信部107、電力レベル可変回路108、校正信号処理部109および校正信号抽出部110とそれぞれ同じものである。

【0076】校正用信号発生器206は、図1の校正用信号発生器106と同様に任意のシンボルパターンを発生させるが、それとともに、発生させるシンボルパターンとその送出タイミングを誤り率検出部211へ通知する。

【0077】誤り率検出部211は、校正信号抽出部で抽出された各ブランチの校正信号と校正用信号発生器206から通知されたシンボルパターンを、同じく校正用信号発生器206から通知された送出タイミングに基づいて比較し、各ブランチ毎にビット誤り率（BER: Bit Error Rate）を求める。そして、最もビット誤り率の小さいブランチを基準ブランチとして選択し、基準ブランチ選択信号として校正信号処理部209へ出力する。

【0078】したがって、図2のアレーアンテナ受信装置によって、図1のアレーアンテナ受信装置と同様の効果を得ることができる。

【0079】

【発明の効果】本発明によれば、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として、他の無線受信部の位相差および振幅比を求めるので、基準ブランチの誤差を最小に抑えて他の無線受信部を校正することができ、常に精度の高い校正を行うことができる。

【0080】また、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として選択するので、基準ブランチに不具合のある無線受信部が選択されることがなく、基準ブランチの故障に対する冗長構成を提供することができ、装置の信頼性が向上する。

【0081】また、アンテナ素子の受信信号を止めずに校正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のアレーアンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の他の実施形態のアレーアンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図3】ブランチ数が3の場合の各ブランチのSIR推定値と基準ブランチの変化の様子を示す図である。

【図4】従来のアレーアンテナ受信装置の一構成例を示すブロック図である。

【図5】校正信号を復調したシンボル点を示す図である。

【図6】図5のシンボル点を正規化したシンボル点を示す図である。

【図7】任意の校正信号を復調したシンボル点 S_n (I_n, Q_n) の様子を示す図である。

【図8】図7におけるシンボル点 S_n 付近の拡大図である。

【図9】基準シンボル点 S_1 の位相誤差が最大で振幅誤差がゼロのとき、他のシンボル点の相対位置を示す図である。

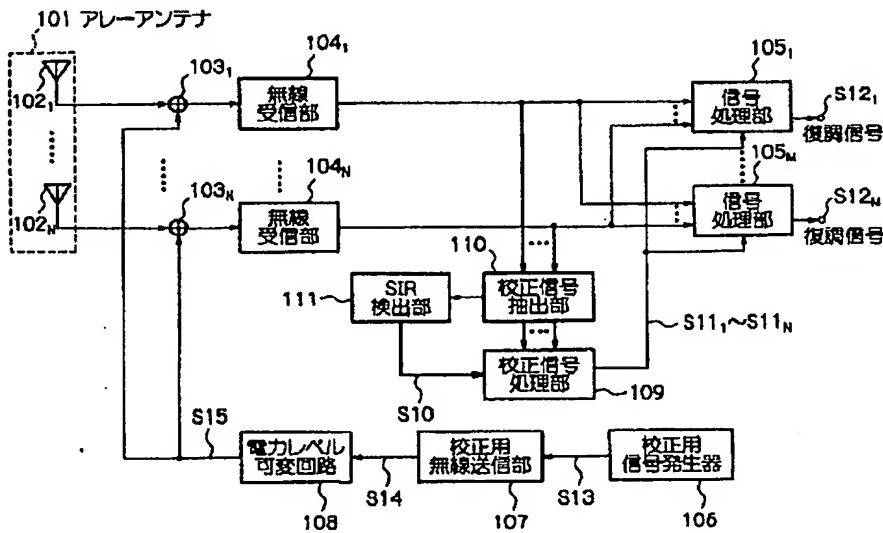
【図10】図9において、基準シンボル点 S_1 の振幅誤差が最大のとき、他のシンボル点の相対的な振幅の大きさを示す図である。

【符号の説明】

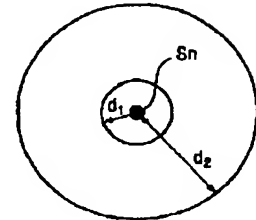
101 アレーアンテナ
102₁～102_N アンテナ素子
103₁～103_N 多重回路
104₁～104_N 無線受信部
105₁～105_N 信号処理部
106 校正用信号発生器
107 校正用無線送信部
108 電力レベル可変回路

109 校正信号処理部
110 校正信号抽出部
111 SIR検出部
201 アレーアンテナ
202₁～202_N アンテナ素子
203₁～203_N 多重回路
204₁～204_N 無線受信部
205₁～205_N 信号処理部
206 校正用信号発生器
207 校正用無線送信部
208 電力レベル可変回路
209 校正信号処理部
210 校正信号抽出部
211 誤り検出部
S10 基準ブランチ選択信号
S11₁～S11_N 位相/振幅補正情報
S12₁～S12_N 復調信号
S13, S14, S15 校正信号
TS1～TS5 タイムスロット

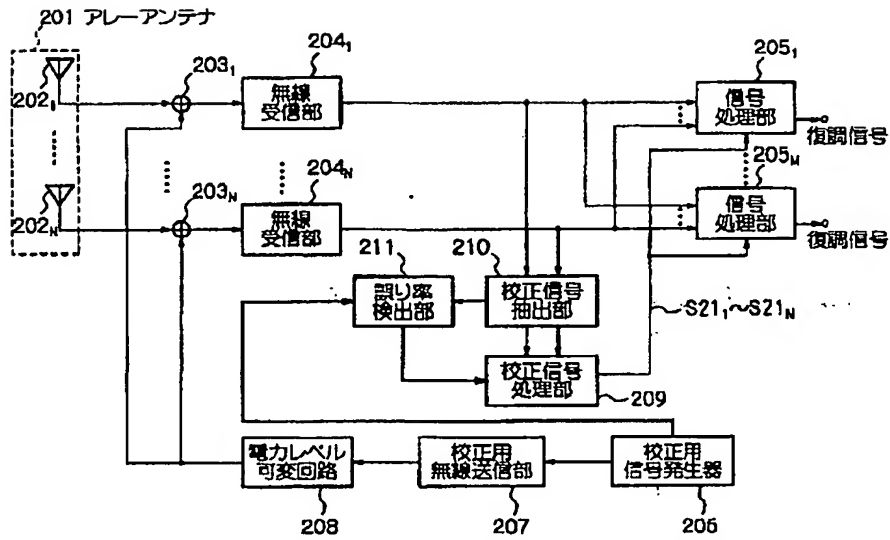
【図1】



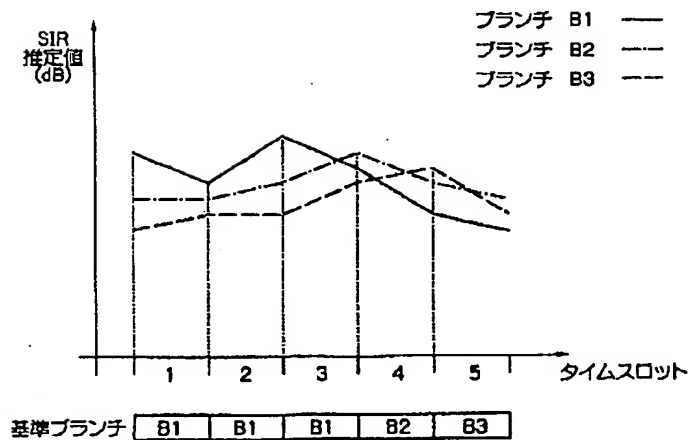
【図8】



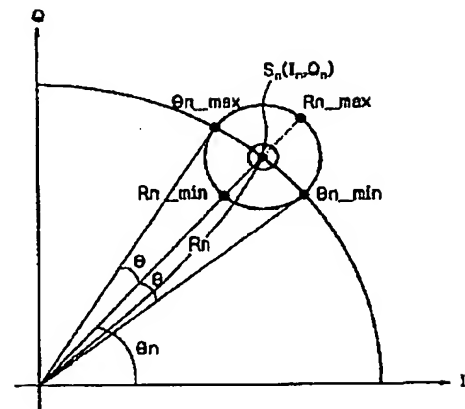
【図2】



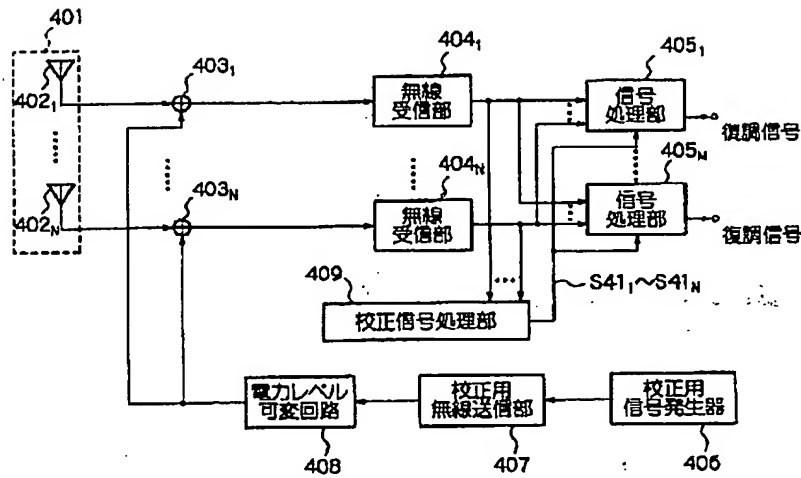
【図3】



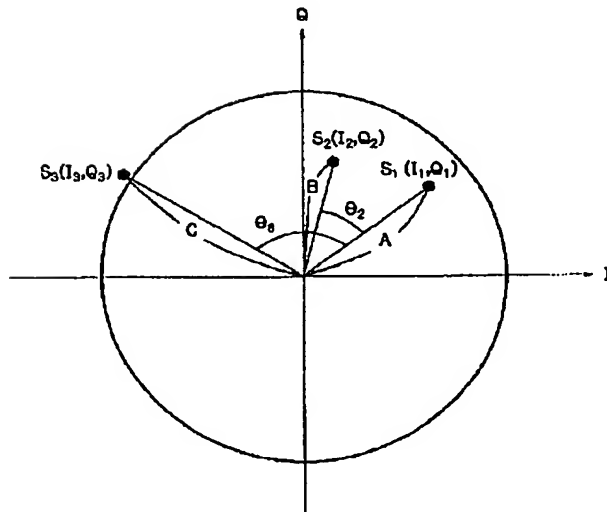
【図7】



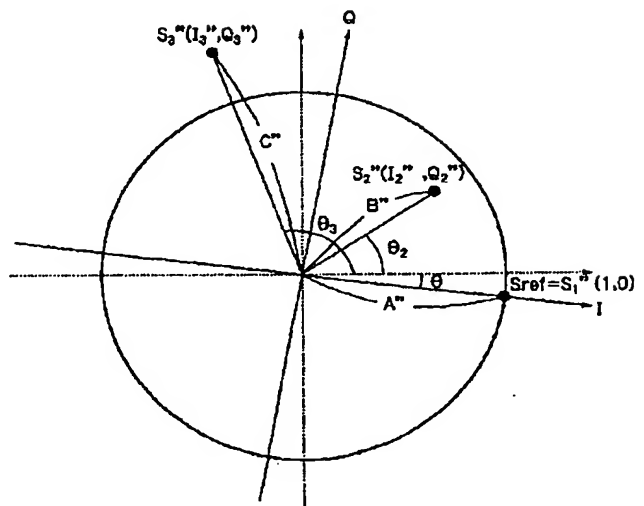
【図4】



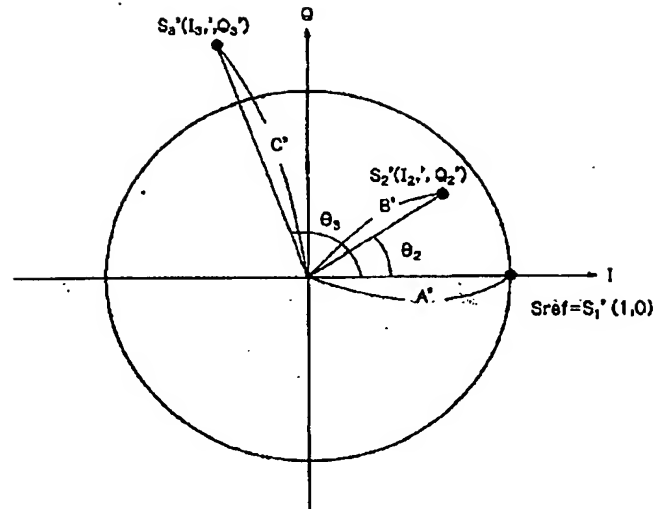
【図5】



【図9】



【図6】



【図10】

